



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

كهرباء إستعمال

الجزء الأول

للصف الأول الثانوي

(الصناعي)

المؤلفون

م. مازن ذيب (منسقاً)
د. عبد الكريم داود
م. زياد القواسمي
م. لافي منصور

ابراهيم قدح «مركز المناهج»



قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين

تدريس كتاب كهرباء استعمال للصف الأول الثانوي في مدارسها للعام الدراسي ٢٠٠٥ / ٢٠٠٦م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج: د. نعيم أبو الحمص

مدير عام مركز المناهج: د. صلاح ياسين

مركز المناهج

إشراف تربوي : د.عمر أبوالحمص

الدائرة الفنية

- إشراف إداري: رائد بركات
- تصميم: كمال محمود فحماوي
- الإعداد المحوسب للطباعة: حمدان بحبوح
- تحرير لغوي:

تحكيم علمي:

الفريق الوطني لمنهاج كهرباء استعمال للمرحلة الثانوية

م. محمود اسماعيل م. جمال مصاروة م. زياد القواسمي

الطبعة الأولى التجريبية

٢٠٠٥م/١٤٢٦ هـ

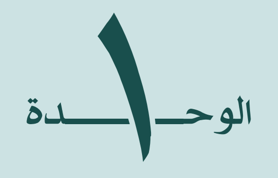
مركز المناهج - حي المصيون - شارع المعاهد - أول شارع على اليمين من جهة مركز المدينة

ص .ب ٧١٩ - رام الله - فلسطين

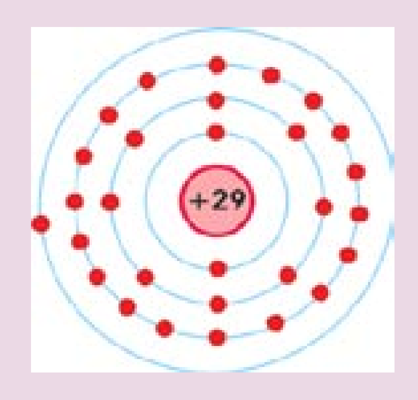
تلفون ٢٩٦٩٣٥٠-٢-٩٧٠+ ، فاكس ٢٩٦٩٣٧٧-٢-٩٧٠+

الصفحة الالكترونية: www.pcdc.edu.ps - العنوان الالكتروني: pcdc@palnet.com

DRAFT
نسخة أولية



أساسيات الكهرباء





النظرية الذرية والكهرباء الساكنة

تناولت في دراستك السابقة النظرية الذرية ، ولهذه النظرية أهمية خاصة في علم الكهرباء ، حيث تستخدم في تفسير الخصائص الكهربائية للمواد وسريان التيار الكهربائي وتأثيراته المختلفة .

١ الذرة وتركيبها

الذرة (Atom)هي وحدة بناء المادة، ولكل عنصر ذرة خاصة به تختلف في تركيبها عن ذرات العناصر الأخرى . والذرة صغيرة جداً حيث أن واحد سنتمتر مكعب من النحاس يتكون من ١٠ ^{٢٤} ذرة نحاس(١٠^{٢٤}=واحد متبوع بـ ٢٤ صفر) . تتكون الذرة من نواة ثقيلة نسبياً تدور حولها الإلكترونات في مدارات وعلى سبيل المثا ل كي يوضح الشكل (١) مكونات ذرة الكربون .

أ النواة (NUCLEUS):

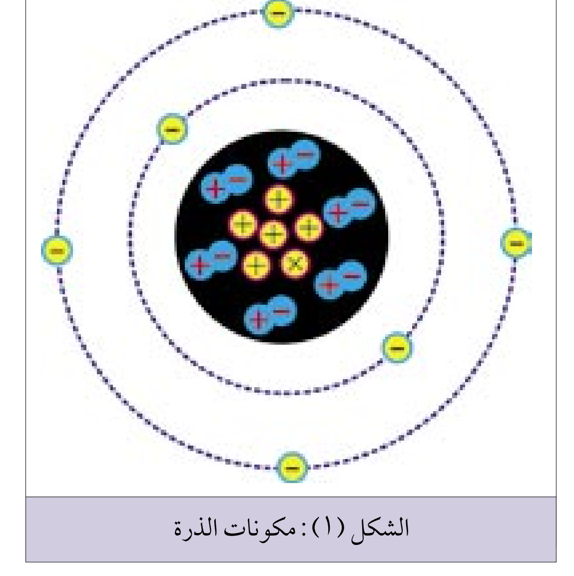
تحتوي نواة الذرة كما هو موضح في الشكل (١) من الجسيمات التالية :

١ البروتونات (Proton) :

وهي جسيمات تحمل شحنة كهربائية موجبة .

٢ النيوترونات (Neutron) :

وهي جسيمات تحمل شحنة كهربائية متعادلة .



الشكل (١) : مكونات الذرة

ب الإلكترونات (Electrons):

وهي جسيمات خفيفة جداً تحمل شحنة كهربائية سالبة مساوية لشحنة البروتون من حيث المقدار . وتدور الإلكترونات حول النواة في مدارات على شكل طبقات . ويمكن مقارنة النظام الذري مع النظام الشمسي ، حيث النواة تمثل الشمس ، والإلكترونات تمثل الكواكب السيارة ، إذ إنها تدور حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس .

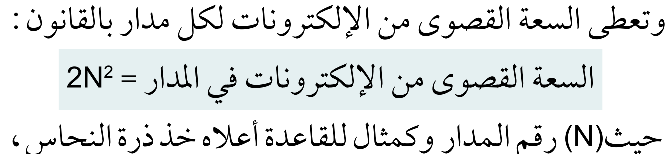
٢ توزيع الإلكترونات حول النواة

تختلف العناصر عن بعضها ، من حيث وزنها وصفاتها ، باختلاف تكوين ذرة كل عنصر منها . وتختلف ذرة أي عنصر عن ذرة عنصر آخر في عدد بروتوناتها ونيوتروناتها و إلكتروناتها . أما عدد المدارات التي تدور فيها الإلكترونات حول النواة ، فيعتمد على عدد إلكترونات الذرة . ولكل مدار من هذه المدارات سعة قصوى

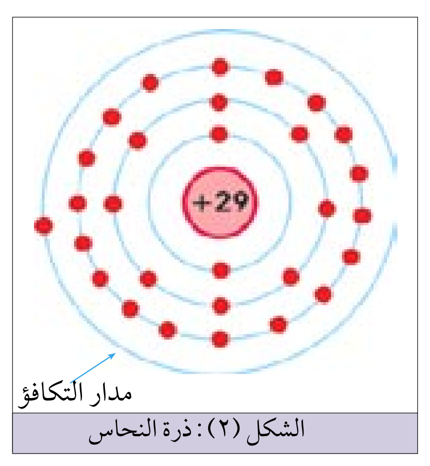
من الإلكترونات . ولكن يمكن أن يتواجد في أي مدار عدد من الإلكترونات أقل من سعته القصوى . والسعة القصوى لكل مدار هي كما يلي :

المدار الأول : (٢) إلكترون	المدار الثاني : (٨) إلكترون .
المدار الثالث : (١٨) إلكترون	المدار الرابع : (٢٣) إلكترون

وتعطى السعة القصوى من الإلكترونات لكل مدار بالقانون :


السعة القصوى من الإلكترونات في المدار = $2N^2$

حيث(N) رقم المدار وكمثال للقاعدة أعلاه خذ ذرة النحاس ، حيث تحتوي نواتها على تسع وعشرين بروتون و تسع وعشرين نيوترون كما هو مبين في الشكل (٢) . وبالتمعن في الشكل (٢) ، تجد أن المدار الأول ممتلئ لسعته القصوى وهي (٢) إلكترون ، والمدار الثاني ممتلئ لسعته القصوى وهي (٨) إلكترون ، والمدار الثالث ممتلئ لسعته القصوى وهي (١٨) إلكترون ، بينما تجد والمدار الرابع (الأخير)بأنه يحتوي على إلكترون واحد فقط ، أي إنه غير ممتلئ كلياً لأن سعته القصوى هي (٢٣) إلكترون .



الشكل (٢) : ذرة النحاس

يسمى المدار الأخير(الخارجي) في الذرة مدار التكافؤ(Valence)وبالتالي فإن الإلكترونات في هذا المدار تسمى إلكترونات التكافؤ(Valence Electrons) . أن الإلكترونات التكافؤ ذات أهمية كبيرة خاصة في علم الكهرباء ، لأنها الإلكترونات التي يمكن تحريرها بسهولة من اجل أداء عمل نافع .

٣ الإلكترونات الحرة (Free Electons)

ترتبط الإلكترونات السالبة القطبية مع النواة الموجبة القطبية بقوة جذب تعتمد على بعد مداراتها عن تلك النواة . فكلما كان المدار قريباً من النواة كانت قوى الجذب بينهما أكبر . وكلما ابتعد المدار عن النواة كانت قوة الجذب أقل . الإلكترونات التكافؤ هي الأبعد عن النواة وبالتالي تتعرض إلى اقل قوة جذب من النواة .

إلكترون حر

الشكل (٣) : الإلكترونات الحرة

إذا تمعننا في تركيب ذرة النحاس المبين في الشكل(٢) ، نلاحظ أن مدار التكافؤ يحوي إلكترون واحد فقط ، وهو أبعد إلكترون عن النواة ، وبالتالي فهو يتعرض إلى اقل قوة جذب من

النواة . وهذا إلكترون يمكن أن يفلت من سيطرة النواة ويصبح حراً يتجول عشوائياً بين ذرة وأخرى إذا تعرض لقوة خارجية مثل الحركة داخل مجال مغناطيسي أو الاحتكاك أو التفاعل الكيميائي أو الضوء أو مجرد قوة التنافر مع إلكترونات الذرات المجاورة ، لاحظ الشكل (٣) وهكذا فإن قطعة من سلك نحاس تحوي ملاين الإلكترونات الحرة التي تتجول ضمن التركيب الذري للمادة مما يجعل النحاس موصل جيد للتيار الكهربائي .

٤ الأيونات - IONS

تكون الذرة متعادلة كهربائياً عندما يكون عدد إلكتروناتها مساوياً لعدد بروتوناتها . أما إذا فقدت هذه الذرة إلكتروناً واحداً أو أكثر ، يصبح عدد بروتوناتها الموجبة أكثر من عدد إلكتروناتها السالبة . وتصبح الذرة مشحونة بشحنة كهربائية موجبة، وتسمى عندئذ "أيوناً موجباً" . أما إذا اكتسبت الذرة إلكتروناً واحداً أو أكثر فإنها تصبح مشحونة بشحنة سالبة ، وتسمى عندئذ "أيوناً سالباً" ، لاحظ الشكل (٤) . إن الأيونات السالبة والموجبة هي الأساس في حدوث تيار كهربائي سواء في الغازات أو في المحاليل الإلكتروليتية(المحاليل المتأينة الموصلة لتيار الكهربائي) .

الشكل (٤) : الأيونات

٥ الكهرباء الساكنة والشحنة الكهربائية

عند دلك قضيب من المطاط بقطعة من الفراء تنفصل (بفعل الدلك) بعض الإلكترونات عن قطعة الفراء وتلتحق بذرات قضيب المطاط . وبهذا تصبح شحنة قضيب المطاط سالبة (بها فائض من الإلكترونات) في حين

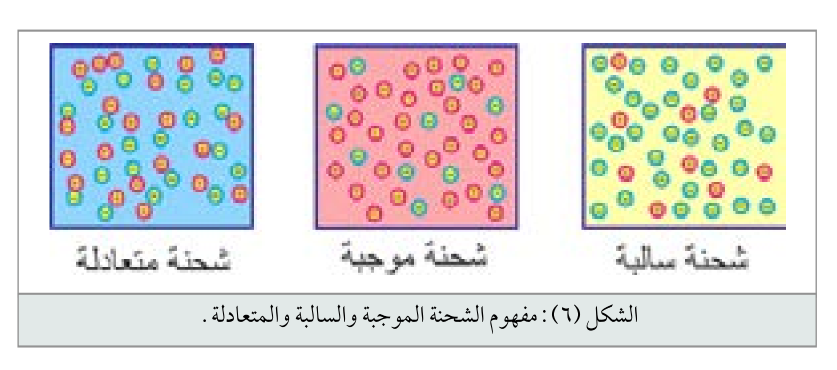


الشكل (٥) : الشحن بالدلك

تصبح شحنة قطعة الفراء موجبة (بها نقص في الإلكترونات) كما هو موضح في الشكل (٥) .

الشكل (٥) يظهر إلى اليمين تعادل الشحنات في قطعة الفراء وقضيب المطاط ، وإلى اليسار قضيب المطاط

وقد أصبح سالب الشحنة وقطعة الفراء وقد أصبحت موجبة الشحنة. وبهذا يتبين إن عملية شحن جسم بشحنة كهربائية سالبة، هي في الواقع إضافة إلكترونات سالبة إلى ذرات ذلك الجسم. أما شحن جسم بشحنة كهربائية موجبة هي في الواقع نزع إلكترونات من ذرات ذلك الجسم، لاحظ الشكل (٦)



الشكل (٦): مفهوم الشحنة الموجبة والسالبة والمتعادلة.

٦ الكولوم

يحدد مقدار الشحنة الكهربائية التي يحملها جسم معين بعدد الإلكترونات التي فقدتها أو اكتسبتها ذرات ذلك الجسم. فإذا فقدت ذراته إلكتروناً أو أكثر تكون شحنته موجبة، وإذا اكتسبت إلكتروناً أو أكثر تكون شحنته سالبة. تعرف وحدة قياس الشحنة الكهربائية بـ "الكولوم". الكولوم هي قيمة تساوي مجموع شحنات (6.25×10^{18}) إلكترون. إن الجسم الذي يكتسب هذا العدد من الإلكترونات، يحمل شحنة سالبة تساوي (1)كولوم. والجسم الذي يفقد هذا العدد من الإلكترونات، يحمل شحنة موجبة تساوي (1)كولوم.

٧ المجال الكهربائي

تعمل الشحنة الكهربائية الموجودة في مكان ما على إحداث أثر في الوسط المحيط بها بحيث تتأثر أي شحنة كهربائية توضع فيه بقوة كهربائية، عندئذ يقال إن مجالاً كهروبائياً يؤثر في هذا الوسط. يتم تمثيل المجال الكهربائي بخطوط وهمية تسمى خطوط المجال الكهربائي، ويمثل كل خط من خطوط المجال مسار وحدة الشحنات الموجبة، اذ تتحرك هذه الشحنة بتأثير القوة التي يمارسها المجال عليها. ترسم خطوط المجال الكهربائي بحيث تدل كثافة هذه الخطوط في منطقة ما على شدة المجال الكهربائي. ومن أهم مميزات خطوط المجال الكهربائي ما يلي:

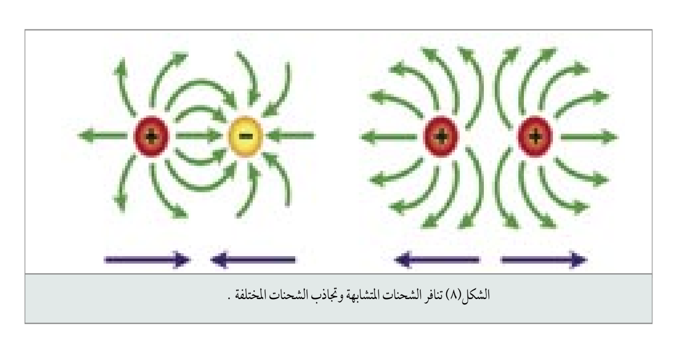
الشكل (٧): الشحنات الكهربائية محاطة بمجال كهربائي.

أ الجسم المشحون بشحنة كهربائية سالبة محاط بمجال الكهربائي تتجه خطوطه نحو مركز الشحنة، وتقل كثافتها كلما ابتعدنا عن الشحنة، لاحظ الشكل(٧).

ب الجسم المشحون بشحنة كهربائية موجبة محاط بمجال الكهربائي تنطلق خطوطه من مركز الشحنة إلى الخارج، وتقل كثافتها كلما ابتعدنا عن الشحنة، لاحظ الشكل (٧).

ج خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع.

ويبين الشكل (٨) كيف تتفاعل أن خطوط المجال مع بعضها يؤدي إلى تنافر الشحنات المتشابهة . إن خطوط المجال لا تتقاطع مع بعضها داخلياً ، وبالنتيجة تحاول كل شحنة أن تبتعد عن الأخرى . كما يبين الشكل(٨)شحنات مختلفة هنا يتصل المجالان مع بعضهما داخلياً ، وبالنتيجة تتجاذب الشحنات وتتحركان باتجاه بعضهما .


الشكل (٨) تنافر الشحنات المتشابهة وتجاذب الشحنات المختلفة .

بما أن هناك تنافراً و تجاذباً بين الشحناتالكهربائية ، فمعنى ذلك أن هناك قوى متبادلة بينهما تؤدي إلى تنافرها أو تجاذبها ، وحيث أن هذه القوى ناشئة عن الشحنات الكهربائية تسمى القوة الكهربائية . وبناءً على قانون كولوم فإن القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطتين تتناسب تناسبا طردياً مع مقدار كل من الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة بينهما .

أسئلة الدرس

أملأ الفراغ بالكلمة أو العبارة المناسبة :

١ .... هي وحدة بناء العنصر ، وتتكون من نواة ثقيلة نسبياً تدور حولها الإلكترونات .

٢ تتكون نواة الذرة من ثلاثة جسيمات مختلفة هي : .... و .... و ....

٣ شحنة الالكترون .... ، شحنة البروتون .... ، شحنة النيوترون.......................
، شحنة النواة .... ، شحنة الذرة ....

٤ يحتوي المدار الأول للذرة ( ) إلكترون ، والثاني ( ) إلكترون ، والثالث ( ) إلكترون كحد أقصى .

٥ يسمى المدار الأخير للذرة مدار.................................. .

٦ الالكترون الحر هو الكترون ....

٧ تكون الذرة متعادلة كهربائياً عندما يكون عدد إلكتروناتها .... لعدد بروتوناتها .

٨ الذرة التي تفقد إلكتروناً تسمى " .... " ، والذرة التي تكتسب إلكتروناً تسمى " .... " .

٩ في الغازات والمحاليل الإلكتروليتية فإن .... و .... هي الأساس في حدوث التيار الكهربائي ، بينما في المواد الموصلة فإن .... هي الأساس في حدوث التيار الكهربائي .

١٠ الشحنة .... بها نقص في الإلكترونات ، والشحنة .... بها فائض في الإلكترونات .

١١ الشحنات المتشابهة .... والشحنات المختلفة.................................

١٢ .... هو وحدة قياس الشحنة الكهربائية ، ويساوي مجموع شحنات (6.25×10^{18}) إلكترون .



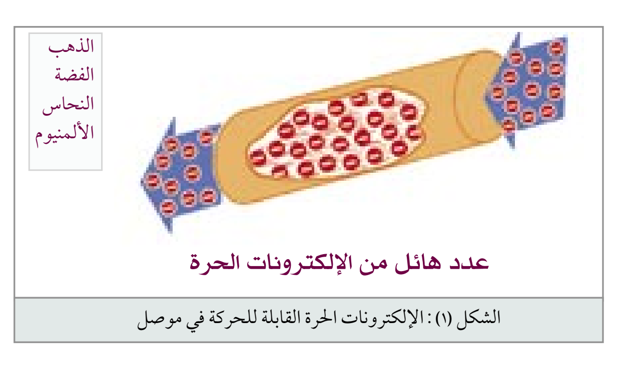
المواصلات والعوازل -التيار والجهدالكهربائي

١ المواصلات والعوازل

يتم نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية بوساطة نواقل من أنواع ومقاسات مختلفة. تتكون هذه النواقل من قلب وغلاف. فالقلب عبارة عن مادة موصلة للكهرباء، والغلاف عبارة عن مادة عازلة للكهرباء. وعموماً تقسم المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أقسام، هي :

أ المواد الموصلة(Conductors)

وهي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها مثل المعادن بمختلف أنواعها. ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على عدد هائل من الإلكترونات الحرة القابلة للحركة تحت تأثير قوة خارجية كمصدر جهد كهربائي أو بطارية، كما موضح في الشكل.(1)



الشكل (١) : الإلكترونات الحرة القابلة للحركة في موصل

إن الفضة والنحاس والذهب والألمنيوم هي من الموصلات الممتازة. ولكن نادراً ما تستخدم الفضة أو الذهب في عمل الموصلات بسبب ارتفاع ثمنها. أما النحاس فيستخدم في شبكات التمديدات الداخلية والأجهزة الكهربائية والإلكترونية، في حين يستخدم الألمنيوم في شبكات نقل وتوزيع الكهرباء الخارجية.

ب المواد العازلة(Insulators)

وهي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها مثل الخشب والزجاج والمطاط والبلاستك. ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على عدد قليل جداً من الإلكترونات الحرة القابلة للحركة تحت تأثير جهد كهربائي كما موضح في الشكل .(2)

للمواد العازلة أهمية كبيرة في الأنظمة الكهربائية نظراً لاستعمالاتها المتعددة. فمثلاً، يستخدم البلاستك في تغطية الأسلاك الكهربائية لحماية الإنسان من الصدمة الكهربائية.

المطاط
الزجاج
البلاستيك
الخشب
البورسلين
عدد قليل من الإلكترونات الحرة

الشكل(2) : مادة عازلة ويظهر فيها عدد قليل جداً الإلكترونات الحرة القابلة للحركة

جـ أشباه الموصلات(Semiconductos)

هي مواد وسط بين المواد العازلة والمواد الموصلة، أي إنها في حالتها النقية تكون عازلة للكهرباء ولكن بإضافة بعض الشوائب إليها تصبح موصلاً جيداً للكهرباء. ولأشباه الموصلات أهمية خاصة في مجال الهندسة الإلكترونية الحديثة حيث تستخدم في صناعة جميع العناصر الإلكترونية مثل الترانزستورات والدارات المتكاملة. ومن أهم المواد نصف الموصلة المستخدمة في هذا المجال : السيليكون ومن ثم الجرمانيوم.

٢ التيار الكهربائي (Electrical Current)

التيار الكهربائي هو عبارة عن حركة موجهة للإلكترونات الحرة من نقطة إلى أخرى عبر موصل. ولكي تتحرك هذه الإلكترونات عبر الموصل، لا بد أن يؤثر عليها قوة خارجية. ونحصل على هذه القوة من مصدر الطاقة الكهربائية. وأحد هذه المصادر هو البطارية العادية



الشكل (٣) : حركة الإلكترونات داخل البطارية

تستخدم البطارية "التفاعل الكيميائي" لتوليد زيادة في عدد الإلكترونات عند أحد القطبين، ونقص في عددها عند القطب الآخر. لذلك يطلق على القطب الأول اسم "القطب السالب"، ويرمز له بإشارة "–".

ويطلق على القطب الثاني اسم "القطب الموجب"، ويرمز له بإشارة "+". يبين الشكل (٣) سلك نحاس موصل بقطبي بطارية. وبالتمعن في هذا الشكل، يلاحظ بأن القطب السالب للبطارية يقوم بإبعاد الإلكترونات الحرة عنه، في حين يقوم القطب الموجب بجذبها إليه. وبالنتيجة تتحرك الإلكترونات الحرة من القطب السالب إلى القطب الموجب عبر السلك. إن هذه الحركة الموجهة للإلكترونات الحرة تسمى "سريان التيار الكهربائي". ويقال في هذه الحالة إن هناك تيار كهربائي يسري في السلك.

عندما تدخل الإلكترونات الحرة الطرف الموجب للبطارية، تلتقطها الأيونات الموجبة. ولاستمرار سريان التيار الكهربائي، يستمر التفاعل الكيميائي داخل البطارية ويطلق باستمرار إلكترونات حرة وأيونات موجبة جديدة.

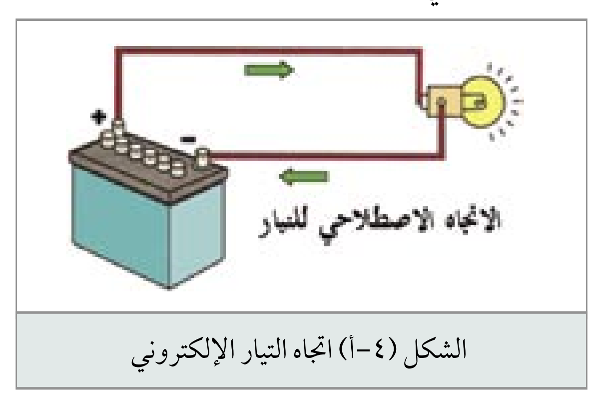
ملاحظة:

لقد وضع هذا المثال فقط لتوضيح مفهوم سريان التيار الكهربائي، بينما في الواقع لا يمكن وصل سلك بين طرفي البطارية بشكل مباشر، لأن ذلك يؤدي إلى مرور تيار كبير وتفريغ سريع للبطارية بسرعة، مما يؤدي إلى تلفها.

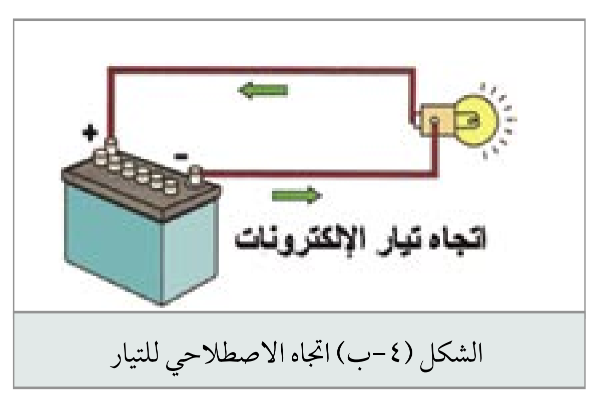
٤ إتجاه التيار الكهروبائي

لاحظت في الشكل (٣) بأن الإلكترونات تتحرك عبر الموصل من الطرف السالب للبطارية إلى الطرف الموجب، وبالتالي يكون اتجاه التيار (تيار الإلكترونات) من القطب السالب إلى القطب الموجب كما هو مبين في يمين الشكل ٤ - أ.

لقد اصطلح على أن يكون اتجاه سريان التيار من القطب الموجب إلى القطب السالب كما مبين في يسار الشكل ٤ - ب، أي بعكس اتجاه سريان الإلكترونات. وقد تبنى العلماء الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي قبل وضع النظرية الذرية للكهرباء. ومع ذلك، فإن العديد من المراجع والكتب لا زالت تستعمل الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي.



الشكل (٤-أ) اتجاه التيار الإلكتروني



الشكل (٤-ب) اتجاه الاصطلاحي للتيار

٥ شدة التيار الكهربائي (Current Intensity)

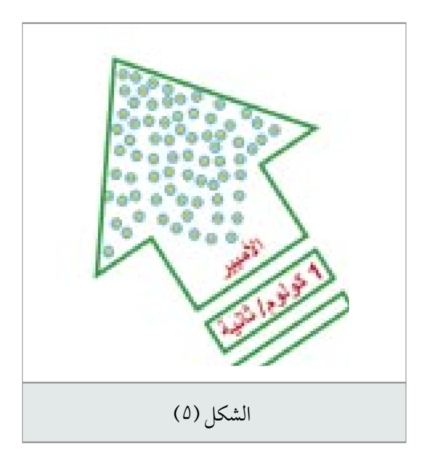
ذكرنا في الفقرات السابقة بأن التيار الكهربائي عبارة عن سيل من الإلكترونات الحرة يتدفق عبر موصل في اتجاه معين.فإذا تدفق عدد قليل من الإلكترونات تكون شدة التيار منخفضة أما إذا تدفق عدد كبير من الإلكترونات تكون شدة التيار مرتفعة .وتعرف شدة التيار الكهربائي بأنها كمية الشحنة الكهربائية التي تعبر مقطعاً معيناً في الموصل في وحدة الزمن(الثانية)، أي معدل تدفق الشحنة الكهربائية ، وبالتالي :

$$\text{شدة التيار} = \frac{\text{كمية الشحنة الكهربائية (بالكولوم)}}{\text{الزمن (بالثانية)}}$$



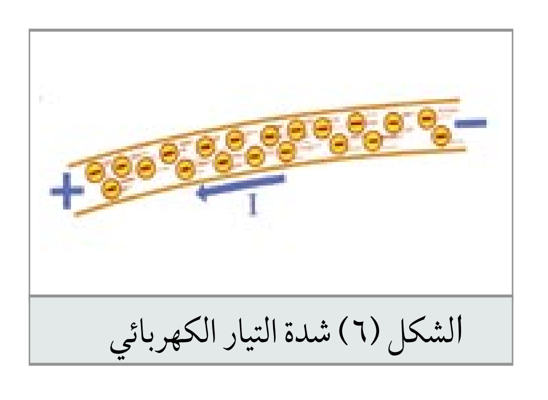
ويتبين من المعادلة السابقة أن وحدة شدة التيار الكهربائي هي وحدة الشحنة مقسومة على وحدة الزمن، أي كولوم/ ثانية، وتعرف هذه الوحدة باسم (أمبير)، نسبة إلى العالم اندرية ماري أمبير.

وإذا شبهنا الكهرباء بالماء المتدفق في أنبوب ، فإن شدة التيار بالأمبير تعادل عدد لترات الماء المتدفقة بذلك الأنبوب في مدة (1) ثانية. أما كمية الشحنة بالكولوم فتناظر كمية الماء باللترات التي يتم تجميعها.



الشكل (٥)

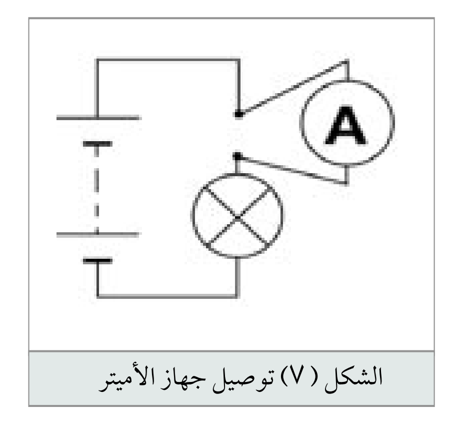
يرمز للأمبير بالحرف (A). ويرمز لشدة التيار في المخططات والحسابات الكهربائية بالحرف (I) كما هو موضح في الشكل (6). أحيان كثيرة يكون "الأمبير" وحدة كبيرة جداً، لذا تستخدم وحدات أصغر منه كالميلي أمبير الذي يساوي (0,001) أمبير ويرمز له بالأحرف (mA). وبتعبير آخر فإن (1000)ميلي أمبير يساوي (1) أمبير. والجدول التالي يوضح شدة التيار الذي تسحبه بعض الأجهزة الشائعة الاستخدام في الحياة العملية :



الشكل (٦) شدة التيار الكهربائي

الجهاز	شدة التيار
مصابيح الإضاءة	(0.1-0.6) أمبير
المكاوي الكهربائية	(2-5) أمبير
الثلاجة المنزلية	(1.5-2.5)أمبير
المدفئة الكهربائية	(5-10)أمبير
الأفران الكهربائية	(10-15)أمبير
جهاز التلفزيون	(0.4-0.6) أمبير

تقاس شدة التيار في الدارات الكهربائية بجهاز خاص يدعى الأميتر ويرمز له بدائرة بداخلها الحرف(A).ومن الجدير بالذكر أن جهاز قياس شدة التيار(الأميتر)، يجب أن يوصل على التوالي في الدارة المراد قياس شدة التيار فيها كما في الشكل.(8)



الشكل (٧) توصيل جهاز الأميتر

٦ فرق الجهد والقوة الدافعة الكهربائية

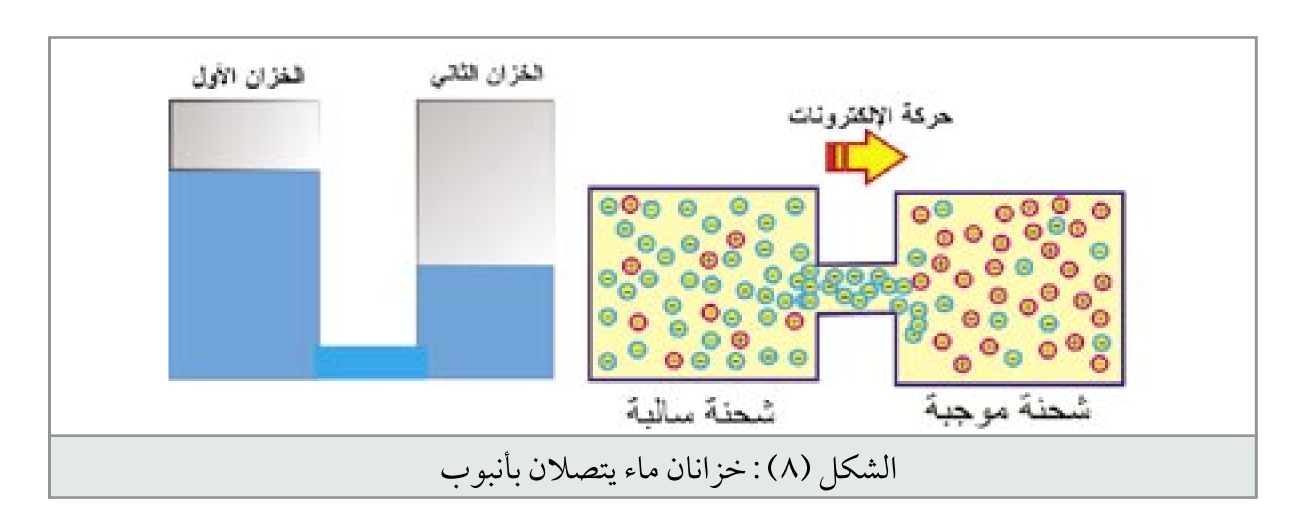
إن تيار الماء لا يتدفق عبر أنابيب شبكة الماء إلا إذا كان هناك ضغط كاف لدفع الماء عبر أنابيبها. ويمكن الحصول على ضغط الماء المطلوب بتركيب خزان الماء المغذي للشبكة في مكان مرتفع ، أو باستخدام مضخة ماء ميكانيكية. وبصورة مماثلة فإن أهم مستلزمات سريان التيار الكهربائي هو وجود قوة مؤثرة خارجية تجبر الإلكترونات الحرة (الشحنات) على التحرك في اتجاه معين عبر الموصل. وكما ذكرنا سابقاً، يمكنك أن تحصل على هذه القوة من مصادر الطاقة الكهربائية كالبطاريات والمولدات. وتسمى هذه القوة بأسماء عدة مختلفة،

هي : القوة الدافعة الكهربائية، وفرق الجهد، والجهد الكهربائي، والضغط الكهربائي، الفولتية. ومع اختلاف هذه المسميات إلا إنها تقريباً متشابهة وتقاس بوحدة "الفولت"، ويرمز لها بالحرف (V).ويمكن تعريفها بأنها القوة التي تجبر الإلكترونات (الشحنات) على التحرك في اتجاه معين عبر الموصل، أي تسبب سريان التيار الكهربائي.

أ فرق الجهد الكهربائي

ينشأ فرق الجهد الكهربائي عند وجود فرق في كمية الشحنات الكهربائية (الإلكترونات) بين نقطتين في دارة كهربائية. حيث تتوق الإلكترونات إلى الحركة من المنطقة الغنية بالإلكترونات إلى المنطقة التي تعاني من نقص فيها (في الإلكترونات). فالبطارية مثلاً، لديها طرف سالب غني بالإلكترونات الحرة، وطرف موجب فقير بها (بالإلكترونات الحرة). ومن أجل أن تتعادل الشحنات، تتوق لإلكترونات الحرة الموجودة عند الطرف السالب لتتحرك نحو الطرف الموجب. وهذا يعني وجود فرق جهد بين الطرف الموجب والطرف السالب للبطارية. وإذا وصلنا طرفي البطارية بموصل من النحاس مثلاً، فإنه يتشكل ممر للتيار بين طرفي البطارية، فتتحرك الإلكترونات الحرة من الطرف السالب إلى الطرف الموجب بفعل تأثير فرق الجهد. .

وهذا يشبه خزانين ماء متصلين ببعضهما عبر أنبوب كما هو مبين في الشكل (٨)، حيث يتدفق الماء من الخزان الأول إلى الخزان الثاني طالما إن مستوى ماء الخزان الأول أعلى من مستوى ماء الخزان الثاني. وهذا الفرق في مستوى الماء يماثل الفرق في الجهد بين طرفي البطارية.



الشكل (٨) : خزانان ماء يتصلان بأنبوب

ب القوة الدافعة الكهربائية

يبين الشكل(٤-أ) بطارية كهربائية متصلة بمحمل خارجي(مصباح) .وفقاً للاصطلاح المعروف يسري التيار الكهربائي داخل البطارية من القطب السالب إلى القطب الموجب، أما في الحمل الخارجي، فيسري التيار الكهربائي من القطب الموجب ذي الجهد الأعلى إلى القطب السالب ذي الجهد الأقل .ولكي تتحرك الشحنة

دورة كاملة عليها التغلب على مقاومة الحمل وعلى المقاومة الداخلية للبطارية، ولتحقيق ذلك تبذل البطارية على الشحنة شغلا لنقلها في الدارة الكهربائية، إذ يكون عمل البطارية هو بذل الشغل اللازم لتمكين الشحنة من إتمام دورتها الكاملة في الدارة.

فمقدار الشغل المبذول من المصدر الكهربائي لنقل شحنة موجبة اصطلاحية مقدارها واحد كولوم خلال الدارة الكلية(داخل المصدر وخارجه)يسمى القوة الدافعة الكهربائية للمصدر الكهربائي وتقاس بوحدة الفولت.

والجدير بالذكر إن مصطلح "القوة الدافعة الكهربائية" يستخدم عادة للتعبير عن فرق الجهد بين طرفي مصدر كهربائي بدون حمل خارجي (أي في حالة عدم مرور تيار)، وذلك لتجنب احتساب هبوط الجهد على المقاومة الداخلية للمصدر الكهربائي .ويرمز للقوة الدافعة الكهربائية باللغة العربية بالأحرف (ق.د.ك)، وباللاتينية بالأحرف .(E.M.F)

٩ الفولت

الفولت هو وحدة قياس فرق الجهد (الضغط الكهربائي أو القوة الدافعة الكهربائية)، ويرمز له بالحرف (V). وبالتعريف، فإن (1) فولت هو فرق الجهد اللازم لتحريك تيار شدته (1) أمبير عبر موصل مقاومته (1) أوم، وسنشرح المقاومة بالتفصيل لاحقاً. وأجزاء الفولت المستخدمة في مجال الإلكترونيات هي :

أ الميلي فولت :

ويرمز له بالحرفين .(mV) ويساوي (0,001) فولت .

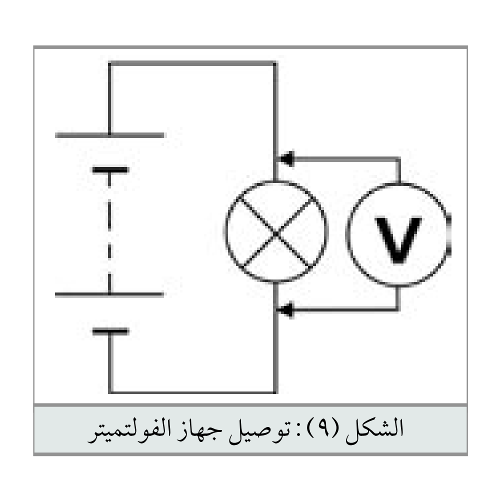
ب الميكروفولت :

ويرمز له بالحرفين (mV)ويساوي(0,000001) فولت .

أما مضاعفات الفولت المستخدم في مجال القوى الكهربائية فهو :

" الكيلوفولت " ويرمز له بالحرفين (KV) ويساوي (1000)فولت .

يقاس فرق الجهد في الدارات الكهربائية بجهاز خاص يدعى الفولتميتر ويرمز له بدائرة بداخلها الحرف(V).ومن الجدير بالذكر أن جهاز قياس فرق الجهد (الفولتميتر)، يجب أن يوصل على التوازي مع الحمل أو المصدر المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه كما في الشكل(٩).



الشكل (٩) : توصيل جهاز الفولتميتر

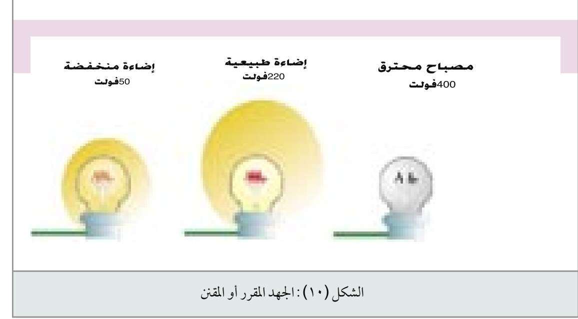
١٠ الجهود المستخدمة في الحياة العملية

وقد اتفق على توحيد الضغوط أو الجهود المستخدمة في الحياة العملية. فعلى سبيل المثال، فإن الجهود الشائعة للبطاريات الجافة هي (1,5) و(6) و(9) فولت، وجهود البطاريات السائلة هي (12) فولت للسيارات و (24) فولت للشاحنات.

تختلف جهود شبكات التيار العام من بلد إلى آخر، فالجهود المستخدمة في معظم دول العالم بما فيها الدول العربية (220) فولت، في حين إن الجهود المستعملة في أمريكا (110)فولت، وفي بريطانيا(240) فولت. أما شبكات نقل الطاقة الكهربائية (الضغط العالي)، فيتراوح جهدها بين (6600-380000)فولت.

١١ الجهد المقرر أو المتقن

لكل جهاز كهربائي قيمة جهد محددة يجب أن لا يتعداها. وتسجل عادة هذه القيمة على لوحة مواصفات الجهاز، وتسمى "الجهد المقرر أو المقنن". فمثلاً، يعمل المصباح المبين في الشكل(١٠) على جهد كهربائي (220)فولت. فعند تعرضه لجهد(400) فولت يزداد تياره إلى أكثر مما يستطيع أن يتحمل المصباح مما يؤدي إلى إتلافه. وعند تعرضه لجهد (50)فولت، لن يكون تياره كافياً لإضاءة المصباح بشكل طبيعي

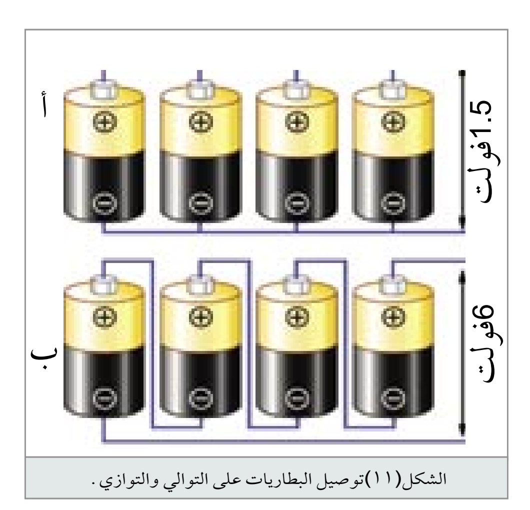


الشكل (١٠): الجهد المقرر او المقنن

١٢ توصيل البطاريات

يمكن الحصول على جهد أعلى من القوة الدافعة الكهربائية لبطارية واحدة، بوصل عدة بطاريات على التوالي كما في الشكل(11). إن الجهد الكلي للبطاريات الموصولة على التوالي يساوي مجموع جهود البطاريات المفردة. في الشكل (11-ب)وصلنا أربع بطاريات علي التوالي، كل منها بجهد (1.5فولت)، وبذلك فإن الجهد الكلي يساوي (6فولت).

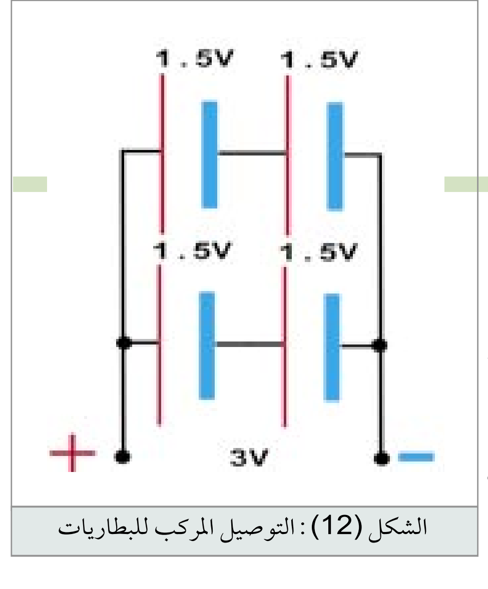
عند وصل البطاريات على التوالي، يزداد الجهد الكلي ، بينما تبقى إمكانية تزويد التيار على حالها ، لأن تيار الدارة الكلي يمر في كل بطارية، أي شدة التيار هي نفسها كما في بطارية واحدة.



الشكل(١١)توصيل البطاريات على التوالي والتوازي.

يمكن زيادة التيار بوصل البطاريات على التوازي، كما في الشكل(11-أ)ص ، حيث تساهم كل بطارية بنفس التيار إلى الحمل، وبالتالي يكون التيار الكلي مساوياً إلى ثلاثة أضعاف قيمة التيار الذي تعطيه كل بطارية، لاحظ أنه عند الوصل على التوازي ، تزداد إمكانية تزويد تيار أعلى في حين يبقى الجهد نفسه.

حتى نحصل على جهد أعلى وتيار أعلى، فإننا نوصل البطاريات على التوالي والتوازي(التوصيل المركب) كما في الشكل (13).في هذا الشكل وصلنا بطاريتين على التوالي لنحصل على جهد (3)فولت، ثم وصلنا هذه المجموعة على التوازي مع مجموعة أخرى مماثلة بهدف مضاعفة التيار.



الشكل (12) : التوصيل المركب للبطاريات

أسئلة الدرس الثاني

أكمل الفراغات التالية بالعبارات المناسبة

١ المواد الموصلة للكهرباء هي المواد التي ....
....

٢ المواد التي تحتوي على عدد هائل من الإلكترونات الحرة تسمى...

٣ من المواد الموصلة ....و..........
.................................و...............................

٤ المواد العازلة للكهرباء هي المواد التي...

٥ المواد التي تحتوي على عدد قليل من الإلكترونات الحرة تسمى ....

٦ من المواد العازلة ....و ....و..

٧ كهربائياً، تعتبر أنصاف الموصلات في حالتها النقية ....

٨ عند تطعيم المواد نصف الموصلة ببعض الشوائب تصبح...

٩ من أهم المواد نصف الموصلة ....و..................................

١٠ تستخدم المواد نصف الموصلة في صناعة .... مثل .... وقدرة المواد الموصلة على توصيل الكهرباء يرجع إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على.............................، وعدم قدرة المواد العازلة على توصيل التيار الكهربائي يرجع إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على

١١ يعمل التفاعل الكيميائي في البطارية على إحداث........................ عند أحد الأطراف و......................
....................عند الطرف الآخر.

١٢ في البطارية، يسمى الطرف الذي يمتلك عدد هائل من الإلكترونات الحرة بالقطب ....
ويرمز له بإشارة (   )، ويسمى الطرف الذي يعاني من نقص في الإلكترونات الحرة بالقطب ....
ويرمز له بإشارة (...................).

١٣ لتيار الكهربائي عبارة عن ....

١٤ بحسب النظرية الذرية للإلكترونات، يكون اتجاه التيار في الدارة الكهربائية من القطب.....................
إلى القطب ....

١٥ بحسب الاتجاه الاصطلاحي، يكون اتجاه التيار في الدارة الكهربائية من القطب ....

إلى القطب ....

١٦ الحركة الموجهة للإلكترونات تسمى ....

١٧ وحدة قياس التيار هي... ويرمز له بالحرف (   ).

١٨ الأمبير الواحد يساوي .... كولوم/ ثانية.

١٩ إذا تدفقت كمية من الشحنة الكهربائية عبر موصل تساوي (3)كولوم في زمن مقداره (1)ثانية ، فإن شدة التيار المار في الموصل تساوي ( ) أمبير.

٢٠ تتراوح شدة التيار الذي تسحبه الأجهزة الكهربائية التالية : -

١	مصابيح الإضاءة	.... أمبير	إلى	..........أمبير
٢	الثلاجة المنزلية	.... أمبير	إلى	..........أمبير
٣	المدفئة الكهربائية	..........أمبير	إلى	.... أمبير
٤	الأفران الكهربائية	.... أمبير	إلى	..........أمبير
٥	المكوى الكهربائي	.... أمبير	إلى	.... أمبير
٦	التلفزيون الملون	..........أمبير	إلى	.... أمبير

٢١ يطلق على القوة التي تسبب سريان التيار الكهربائي عدة أسماء ، منها : . ... و........ و........و........

٢٢ يعرف الجهد أو الضغط الكهربائي بأنه...

١٨ عادة ، يستخدم مصطلح " القوة الدافعة الكهربائية " للتعبير عن ....

٢٣ أذكر وحدة قياس كل مما يلي :

أ-القوة الدافعة الكهربائية : .... ب-فرق الجهد : .... جـ- لضغط الكهربائي:............

١٨ يرمز للجهد بالحرف (   ) ، وللتيار بالحرف (   ) ، وللقوة الدافعة الكهربائية بالأحرف اللاتينية ( ).

٢٤ أذكر جهد كل مما يلي :

أ- البطاريات الجافة : .... أو ....أو.........................

ب- بطارية السيارة : ....

جـ- شبكة التيار العام في بلادنا : ....

د- بطارية الشاحنة : ....

هـ- شبكة التيار العام في الولايات المتحدة : ....



الدارة الكهربائية والمقاومة الكهربائية

١ الدارة الكهربائية البسيطة (Simple Electrical Circuit)

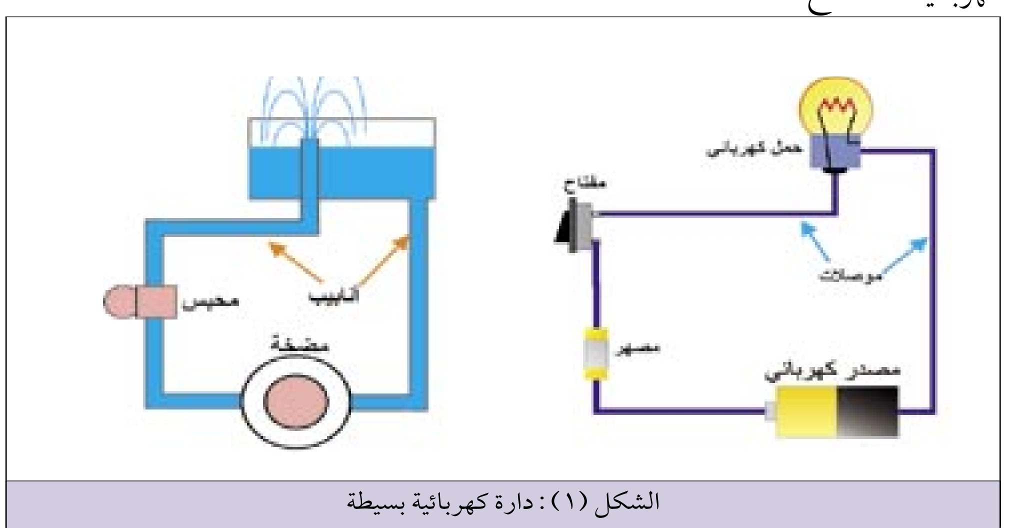
تتكون الدارة الكهربائية في أبسط أشكالها من المكونات الأساسية التالية :

أ المصدر الكهربائي – source

وهو الذي يوفر فرق الجهد أو الضغط الكهربائي اللازم لسريان التيار الكهربائي .

ب المصدر الكهربائي (Load)

وهو عبارة عن أحد الأجهزة الكهربائية الذي يؤدي عملاً نافعاً، وقد يكون مصباحاً أو محركاً أو مدفأة كهربائية . . . الخ .



الشكل (١) : دارة كهربائية بسيطة

جـ الموصلات (Conductors)

وهي تشكل مجرى سريان التيار بين المصدر الكهربائي والحمل . وغالباً ما تصنع من أسلاك نحاس أو ألمنيوم . ويمكن جعل التحكم في الدارة الكهربائية أكثر فاعلية ، وذلك بإضافة مفتاح (Switch) يوصل التيار بالحمل الكهربائي أو يفصله بسهولة ، كما يمكن إضافة مصهر (Fuse) لحماية عناصر الدارة من التيار المفرط كما مبين في الشكل (١) .

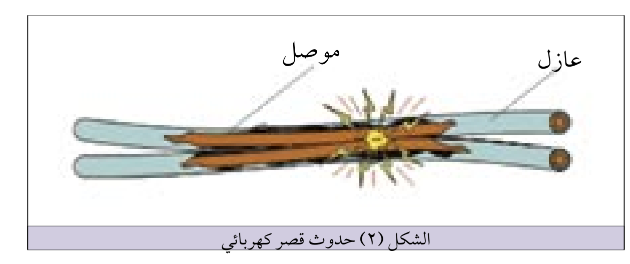
رأينا سابقاً بأن سريان التيار في الدارة الكهربائية يشبه إلى حد ما جريان الماء في أنابيب شبكة المياه . ويبين

الشكل (١) مضخة تضخ الماء إلى نافورة عبر حنفية وأنبوب، وبعد ذلك يعود الماء أدراجه إلى المضخة. يلاحظ هنا بأن الماء لا يجري ما لم تولد المضخة ضغطاً يدفعه في الأنبوب. وفي الدارة الكهربائية تقوم البطارية أو أي مولد آخر بإنتاج الضغط الكهربائي اللازم لسريان التيار. أما المفتاح فهو بمثابة حنفية تسمح بمرور التيار الكهربائي أو تمنعه.

تكون الدارة الكهربائية مغلقة عندما تكون كافة أجزائها متصلة ببعضها البعض بحيث تمثل ممراً للتيار الكهربائي من أحد طرفي المصدر إلى الطرف الآخر عبر الحمل. وتكون الدارة الكهربائية مفتوحة عندما يكون أحد أجزائها معطوباً أو مفصولاً (غير متصل) بحيث يمنع مرور التيار الكهربائي.

١ الدارة الكهربائية في حالة قصر (Short Circuit)

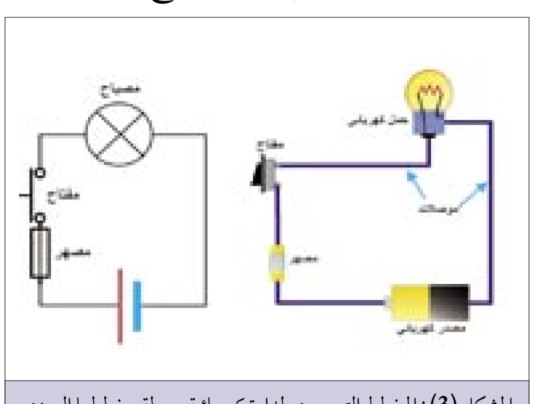
عندما يتصل طرفي المصدر الكهربائي بشكل مباشر بدون حمل (أي عبر مقاومة منخفضة) يت دفق تيار هائل ينتج حرارة مرتفعة قد تؤدي إلى أتلاف بعض أجزاء الدارة الكهربائية، نقول بأنه حصل قصراً (Short Circuit) في الدارة. يحدث القصر في الدارة الكهربائية من أسباب عدة، كسوء عزل الوصلات أو توصيل خاطئ في الأسلاك كما مبين في الشكل (٢).



الشكل (٢) حدوث قصر كهربائي

٢ المخطط الرمزي للدارة الكهربائية البسيطة

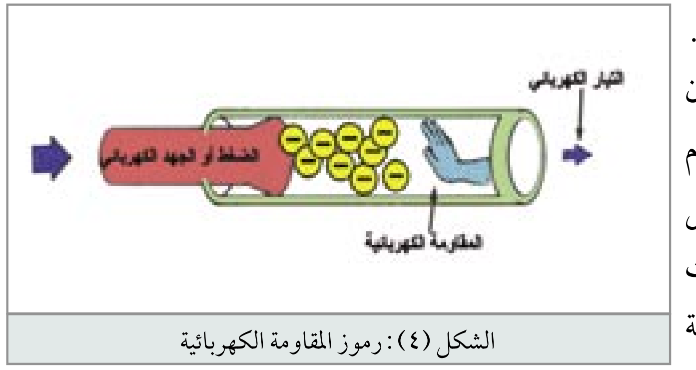
يبين الشكل(٣) المخطط التصويري والمخطط الرمزي لدارة كهربائية بسيطة تحتوي على مصباح وبطارية جافة وجهاز أميتر لقياس شدة التيار المار عبر فتيلة المصباح. وبالرغم من إمكانية رسم مثل هذه الدارات البسيطة بالطريقة المبينة في يمين الشكل (٣)، غير إنه من الصعب جداً استخدام هذه الطريقة في رسم الدارات المعقدة. ولهذا السبب يتم استعمال مخططات رمزية كالمبينة إلى يسار الشكل (٣) تستخدم رموزاً تمثل مكونات الدارات الكهربائية. ولكن قبل قراءة مثل هذه المخططات يجب التعرف إلى الرموز الكهربائية التي تحتويها. فمثلاً، يرمز للبطارية بخط طويل يشير إلى القطب الموجب وبآخر قصير يشير إلى القطب السالب. ويبين الجدول التالي رموز بعض العناصر الكهربائية.


الشكل (3): المخطط التصويري لدارة كهربائية بسيطة مخططها الرمزي

الرمز الكهربائي	العنصر الكهربائي
	موصل
	تقاطع موصلين على مخطط كهربائي(دون حصول توصيل كهربائي بينهما) .
	ملتقى موصلات أو عقدة بين موصلين .
	مصباح فتيلي
	مصباح تأشير
	خلية أولية أو ثانوية
	بطارية من الخلايا الأولية والثانوية
+ −	مصدر تيار مستمر(DC)
~	مصدر تيار متناوب(AC)
M	محرك كهربائي
	سخان كهربائي
	مصهر

٣ المقاومة الكهربائية : (Electrical Resistance)

إن سريان الماء في أنبوب جدرانه خشنة، أصعب من سريانه في أنبوب جدرانه مالسة . كذلك سريان الماء في أنبوب مساحة مقطعه صغير أصعب من سريانه في أنبوب مساحة مقطعه كبير . وبهذا يتبين بأن الماء الذي يمر في أنبوب يواجه مقاومة تحد من تدفقه فيه .

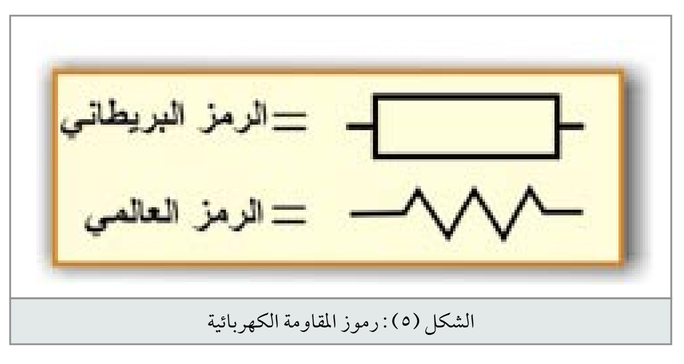


الشكل (٤) : رموز المقاومة الكهربائية

كذلك الحال بالنسبة للتيار الكهربائي ، إذ أن الإلكترونات التي تشكل التيار الكهربائي تصطدم أثناء مسيرها عبر أي موصل بأجزاء مادة الموصل التي تبدي إعاقة أو مقاومة أمام مسير الإلكترونات في هذا الموصل . تدعى هذه الخاصية الملازمة للموصل "المقاومة الكهربائية" . ومن الجدير ذكره إن كل المواد المعروفة تتمتع -إلى حد ما- بهذه الخاصية .

للمواد العازلة مثل الزجاج والمطاط، مقدار كبير من المعارضة لحركة الإلكترونات عبرها، وبالتالي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي فيها . لذا يقال بأن لهذه المواد مقاومة كبير جداً وبأنها مواد عازلة .

أما المواد الموصلة مثل النحاس والألمنيوم، فإنها تبدي معارضة قليلة جداً لحركة الإلكترونات عبرها، لذا يقال بأن لهذه المواد مقاومة منخفضة جداً وبأنها مواد موصلة . ومما ذكر أعلاه، يمكن الاستنتاج بأن المقاومة تحد من قيمة التيار المار في الدارة الكهربائية . ومع إن كل المواد الموصلة لها مقاومة تختلف من مادة إلى أخرى، إلا إننا نحتاج في الكثير من الأحيان وضع مقدار محدد من المقاومة في الدارة الكهربائية . فعلى سبيل المثال، عناصر التسخين الموجودة في الأفران الكهربائية وأجهزة التدفئة ما هي إلا عبارة عن مقاومات . ويشار للمقاومة الكهربائية بالحرف (R)، ويرمز لها في المخططات الكهربائية بالرمزين الموضحين في الشكل (٥) .



الشكل (٥) : رموز المقاومة الكهربائية

وعلى كل حال، سنبحث موضوع المقاومات وأنواعها بالتفصيل لاحقاً

١ الأوم

تقدر المقاومة بوحدة الأوم، ويرمز له بالحرف اليوناني أوميغا (Ω) ويعرف الأوم بدلالة الجهد والتيار . إن (1) أوم هو مقدار المقاومة التي تسمح بمرور تيار شدته (1) أمبير عند جهد (1)فولت،

ومن مضاعفات الأوم "الكيلو أوم" ويرمز له بالحرفين(KΩ) ، ويساوي (1000) أوم . والميجا أوم ويرمز له بالحرفين (MΩ)، وتساوي (1 000 000) أوم . والجدول التالي يوضح قيم مقاومة بعض . الأجهزة الحرارية المستخدمة في الحياة العملية

سلك توصيل	أقل من (1) أوم
قطعة مطاط	أكثر من20 مليون أوم
مكوى كهربائي	0 - 50 أوم
عناصر التسخين في الأفران	15 - 50 أوم
مصابيح الإضاءة	00-600 أوم عندما تكون ساخنة60-0أوم عندما تكون باردة (ترتفع قيمة المقاومة بإرتفاع حرارتها) .

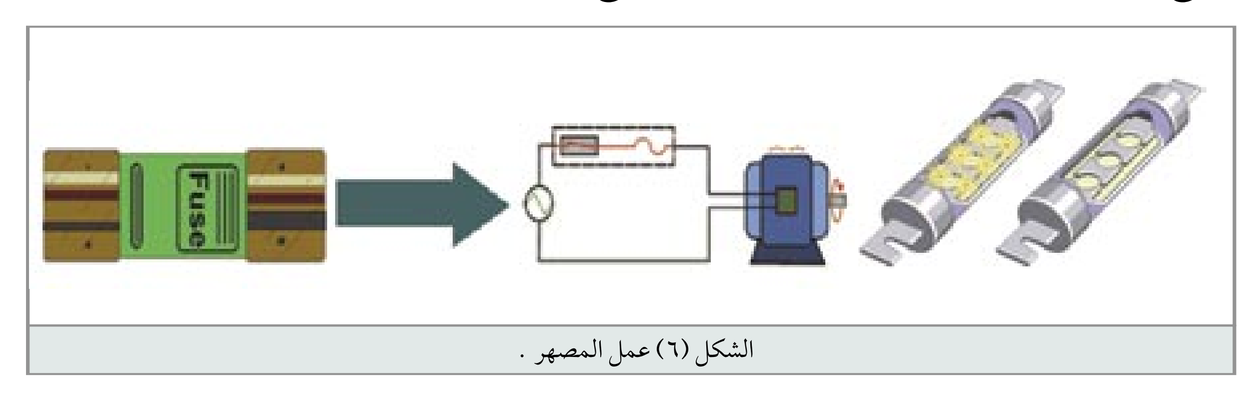
٥ الموصلية (Conductance)

في بعض الأحيان يكون من المناسب أن نحسب مدى موصلية المادة للتيار الكهربائي أكثر من حساب مدى معارضتها لمرور التيار الكهربائي . لهذا تستخدم خاصية تسمى الموصلية.(Conductance)

إن الموصلية هي عكس المقاومة وتعبر عن قدرة المادة على تمرير التيار الكهربائي، ويرمز لها بالحرف(G)وتقاس بوحدة موا (mho) وهي معكوس كلمة أوم(ohm)، وفي الآونة الأخيرة تم اعتماد وحدة السيمينز (Siemens) لقياس الموصلية ويرمز لها بالحرف(S) . ورياضياً فإن الموصلية هي مقلوب المقاومة كما في العلاقة : $G = \frac{1}{R}$

٦ المصهرات (FUSES)

المصهر (الفيوز) هو عنصر حماية للمعدات والأجهزة الكهربائية وعناصر الدارة الكهربائية من التيارات الزائدة عن اللازم أو من تيار قصر الدارة الذي يؤدي إلى تلف هذه الأجهزة . ويتلخص عمل المصهر في أن عنصره ينصهر ويفتح الدارة بمجرد زيادة التيار على حد معين، كما يوضح الشكل(٦) .



الشكل (٦) عمل المصهر .

أسئلة الدرس

أجب عن الأسئلة التالية :

١- تتكون الدارة الكهربائية من العناصر الأساسية التالية : .... و........ و.........و..........

٢- و ظيفة مضخة الماء في دارة النافورة يشبه إلى حد ما وظيفة ...... أو..........في الدارة الكهربائية .

٣- تكون الدارة الكهربائية مغلقة عندنا تكون ....

تكون الدارة الكهربائية مفتوحة عندما يكون ....

٥- تحدث دارة القصر (الشورت) عندما ....

٦- أكتب أسماء رموز العناصر الكهربائية التالية :

٧- المقاومة كهربائية هي ....

٨- يرمز للمقاومة الكهربائية بالحرف ( )، ووحدة قياسها....... .. ويرمز لها بالحرف اليوناني ( ).

٩- تعمل المقاومة في الدارة الكهربائية على الحد من.......... . .

١٠- عناصر التسخين في الأجهزة الكهربائية الحرارية عبارة عن ....

١١-القيمة التقريبية لمقاومة العناصر التالية هي :

أ- سلك توصيل .... أوم.

ب-مادة عازلة .... أوم.

جـ- عنصر التسخين في الفرن .... أوم.

٢١-الرموز الموضحة إلى اليسار تمثل :

٢٢- ارسم على ورقة خارجية الدارة الكهربائية الرمزية لمصباح جيب تتألف من مصباح ومفتاح.